

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09187612 A**

(43) Date of publication of application: **22.07.97**

(51) Int. Cl

B01D 46/12
B01D 39/20
B01D 46/24
B01D 46/42
B01D 46/52

(21) Application number: **08305991**

(22) Date of filing: **30.10.96**

(30) Priority: **31.10.95 JP 07308179**

(71) Applicant: **TAKASAGO THERMAL ENG CO LTD**

(72) Inventor: **SAKATA SOICHIRO**
SATO KATSUMI
TAKAHASHI HIDETO

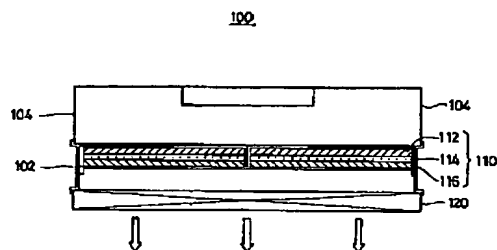
(54) GASEOUS IMPURITY TREATING SYSTEM AND PARTICLE REMOVING FILTER

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gaseous impurity treating system not becoming a pollution source itself.

SOLUTION: Since this gaseous impurity treating system is provided with a gaseous impurity removing means (110) for removing a gaseous impurities contained in an untreated air and generating a particulate impurity in a treated air itself and a filter means (120) arranged in the down stream side of the gaseous impurity removing means and composed only of a base material (e.g., metal or glass fiber) producing no gaseous impurity, the system can remove also the particulate impurity produced by the gaseous impurity removing means and does not become the pollution source itself.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-187612

(43)公開日 平成9年(1997)7月22日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 1 D 46/12 39/20			B 0 1 D 46/12 39/20	D A B Z
46/24		9441-4D	46/24	
審査請求 未請求 請求項の数17 F D (全 17 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平8-305991

(22)出願日 平成8年(1996)10月30日

(31)優先権主張番号 特願平7-308179

(32)優先日 平7(1995)10月31日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000169499

高砂熱学工業株式会社

東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地8

(72)発明者 阪田 総一郎

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町807-43

(72)発明者 佐藤 克己

神奈川県川崎市多摩区西生田3-20-9

高砂熱学工業生田寮内

(72)発明者 高橋 秀人

神奈川県川崎市多摩区西生田3-20-9

高砂熱学工業生田寮内

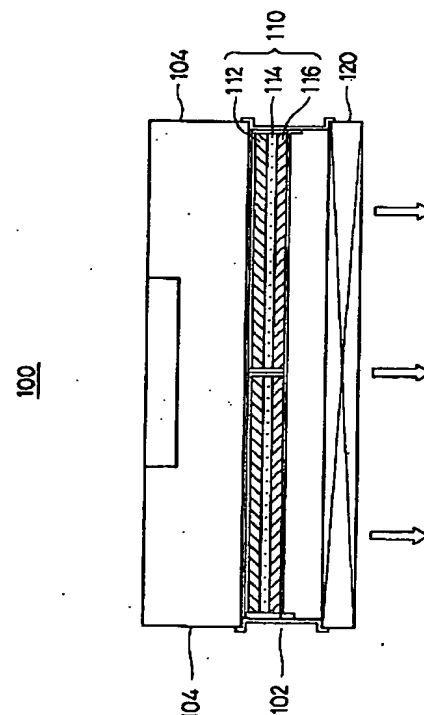
(74)代理人 弁理士 金本 哲男 (外2名)

(54)【発明の名称】 ガス状不純物処理システム及び粒子除去フィルタ

(57)【要約】

【課題】 それ自体が汚染源にならないガス状不純物処理システムを提供する。

【解決手段】 本発明にかかるガス状不純物処理システムは、未処理空気中に含まれるガス状不純物は除去するが、それ自体が処理済空気中に粒子状不純物を発生するガス状不純物除去手段(110)とそのガス状不純物除去手段の下流側に配され、ガス状不純物を発生しない素材(例えば、金属やガラス繊維)のみから構成されるフィルタ手段120とを備えているので、ガス状不純物除去手段により発生した粒子状不純物も除去することが可能となり、システム自体が汚染源となることがない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気相中に含まれるガス状不純物を除去して清浄空気を生成するガス状不純物処理システムにおいて、

未処理空気中に含まれるガス状不純物は除去するが、それ自体が処理済空気中に粒子状不純物を発生するガス状不純物除去手段と、

前記ガス状不純物除去手段の下流側に配され、ガス状不純物を発生しない素材のみから構成される粒子状不純物を除去するフィルタ手段とを備えたことを特徴とする、ガス状不純物処理システム。

【請求項2】 前記ガス状不純物除去手段は、ガス状不純物の吸着濾材、接触触媒燃焼筒または流動層吸着塔を含むものであることを特徴とする、請求項1に記載の気相中のガス状不純物処理システム。

【請求項3】 前記ガス状不純物除去手段の下流側には、ガス状不純物を発生しない素材のみから構成される粒子状不純物を除去するバックアップ用フィルタ手段が、前記フィルタ手段に並列にかつ選択的に切り換え可能に接続されていることを特徴とする、請求項1または2に記載の気相中のガス状不純物処理システム。

【請求項4】 前記フィルタ手段または前記バックアップ用フィルタ手段は、粒径が0.3μmの大きさの微粒子を99.97%以上捕集できる高性能フィルタであることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の気相中のガス状不純物処理システム。

【請求項5】 前記フィルタ手段または前記バックアップ用フィルタ手段は、粒径が0.3μmまたは0.3μm以上の大きさの微粒子を99.97%未満で捕集できる中性能フィルタと、その下流に配される粒径が0.3μmの大きさの微粒子を99.97%以上捕集できる高性能フィルタであることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載のガス状不純物処理システム。

【請求項6】 前記中性能フィルタは、捕捉された微粒子を払い落として再生するフィルタ再生手段を備えていることを特徴とする、請求項5に記載の気相中のガス状不純物処理システム。

【請求項7】 前記フィルタ再生手段は、捕捉された微粒子を機械的振動または逆洗ガス気流により払い落とすものであることを特徴とする、請求項6に記載のガス状不純物処理システム。

【請求項8】 前記フィルタ手段またはバックアップ用フィルタ手段は、ガス状不純物を発生しない素材のみから成るフレーム要素とガス状不純物を発生しない素材のみから成るフィルタ要素のみから構成されることを特徴とする、請求項1～7のいずれかに記載のガス状不純物処理システム。

【請求項9】 前記ガス状不純物を発生しない素材は、金属、セラミックスおよびガラス繊維から成る群から選択された任意の素材、および/または加熱処理により揮

発性物質を予め脱離した素材であることを特徴とする、請求項8に記載のガス状不純物処理システム。

【請求項10】 前記フィルタ手段は、無機素材パッキンまたはフッ素樹脂パッキンにより取り付けられることを特徴とする、請求項1～8のいずれかに記載のガス状不純物処理システム。

【請求項11】 ガス状不純物を発生しない素材のみから成るフレーム要素とガス状不純物を発生しない素材のみから成るフィルタ要素のみから構成される、粒子除去フィルタ。

【請求項12】 前記ガス状不純物を発生しない素材は、金属、セラミックスおよびガラス繊維から成る群から選択された任意の素材、および/または加熱処理により揮発性物質を予め脱離した素材であることを特徴とする、請求項11に記載の粒子除去フィルタ。

【請求項13】 前記フィルタ要素は、ガラス繊維から構成され、ブリーツ形状、円筒形状または封筒形状を成すことを特徴とする、請求項11または12に記載の粒子除去フィルタ。

【請求項14】 前記フィルタ要素は、金属から構成され、ブリーツ形状、円筒形状または封筒形状を成すことを特徴とする、請求項11または12に記載の粒子除去フィルタ。

【請求項15】 前記フレーム要素は、前記フィルタ要素を挟持するスペーサおよび/または多孔板および/またはメッシュを含むことを特徴とする、請求項11～14のいずれかに記載の粒子除去フィルタ。

【請求項16】 さらに、捕捉された微粒子を払い落として再生するフィルタ再生手段を備えていることを特徴とする、請求項11～15のいずれかに記載の粒子除去フィルタ。

【請求項17】 前記フィルタ再生手段は、捕捉された微粒子を機械的振動または逆洗ガス気流により払い落とすものであることを特徴とする、請求項16に記載の粒子除去フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子（LSI）や液晶ディスプレイ（LCD）などを製造するクリーンルームの雰囲気中に含まれるガス状不純物を除去する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】LSIやLCD製造工程における歩留まり及び信頼性を向上させた製造技術の一つに、いわゆるHEPAフィルタ（High Efficiency Particulate Air Filter）やULPAフィルタ（Ultra Low Penetration Air Filter）と称される微粒子除去用フィルタがある。これらのフィルタ技術は、製造プロセスのクリーン化に多に貢献してきた。HEPAフィ

ルタが保証している公称の捕捉粒径サイズは現在0.05 μmであるが、実際にはナノメータ(μmの千分の一の単位)サイズの微粒子もほとんど全て除去可能である。つまり、微粒子除去用フィルタは既に完成された技術と言っても良い。

【0003】近年産産体制に入った高集積半導体素子は、16M-DRAMに代表されるように、配線サイズ0.5 μm、ゲート酸化膜厚10 nmの微細構造である。かかる高集積半導体素子の製造工程においても、もちろん微粒子は製品不良を起こす汚染源として問題になっている。しかし、上記のようなHEPAフィルタやULPAフィルタを透過してクリーンルームに供給される空気中には汚染源となり得る微粒子はほとんど存在しない。従って、クリーンルーム内に存在する微粒子は、クリーンルームの内部にあるロボットやオペレータや製造装置からの発塵によって生じたものであると考えられる。

【0004】また、配線サイズがサブミクロン以下の高集積半導体素子の製造工程においては、微粒子よりもさらに小さいガス状不純物が製品の清浄表面に付着して、素子の電気特性ニーズやドライエッチングの選択性やCVDの多層膜の接着性などに影響し始めている。ガス状不純物は、HEPAフィルタで除去不可能なオングストロームからnm(1 nm=10オングストローム)程度の大きさを有する原子/分子状、イオン状物質である。ガス状不純物汚染の性状は粒子汚染と比較すると、物理的な現象である吸着・脱着、界面現象や化学反応的現象などがより活性であることが知られている。クリーンルーム雰囲気内に存在することが知られているガス状不純物及びその発生原因を示せば次の通りである。

【0005】(1) 製造装置類、排気系などから漏洩したガス状不純物

F⁻、Cl⁻、SO₄²⁻、NO₂⁻、NO₃⁻、PO₄³⁻、有機溶剤など

(2) 取り入れ外気に由来するガス状不純物
NO_x⁻、SO_x²⁻、Cl⁻、有機物など

(3) オペレータなどに由来するガス状不純物
NH₄⁺、Cl⁻、Na⁺、K⁺、有機物など

(4) カセット治具やウェハ収納部材などからの揮発性不純物
F⁻、有機物など

(5) 構造物や装置の材質に由来する揮発性不純物
ホウ素化合物、有機リン化合物など

【0006】かかるガス状不純物を除去するための装置として、いわゆるケミカルフィルタが知られている。大部分のケミカルフィルタは、活性炭をベースとするもので、有機性ガスについてはそのまま物理吸着して除去することができる。これに対して、酸系ガス、アルカリ系ガス、イオウ系ガスに対しては、種々の添着物質を活性炭表面に付加することで、中和反応による化学吸着で除

去することができる。

【0007】これらのケミカルフィルタは、通常中性能エアフィルタ、HEPAまたはULPAと称される高性能フィルタの前段(上流側)に取り付ける形で使用される。この理由は、ケミカルフィルタの吸着濾材に活性炭を使用しているため、活性炭は自身が破砕した粒子状の汚染物を発生するためである。しかし、ppbオーダの低濃度のガス状不純物を問題とした場合、中性能エアフィルタや高性能フィルタの濾材(例えば、不織布、バインダなど)そのものや、濾材を固着するために用いるシール材(例えば、ネオプレンゴムやシリコンゴムなど)や接着剤(例えば、ネオプレン系樹脂、ウレタン系樹脂、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂など)などから脱離するガス状不純物がクリーンルーム中に浮遊し、デバイスに悪影響を与える可能性がある。なお、本明細書においては、中性能エアフィルタを単に中性能フィルタ、HEPAまたはULPAフィルタのことを高性能フィルタと称する。

【0008】また、接触触媒燃焼法を利用したガス状不純物の除去装置も知られている。このガス状不純物除去装置は、加熱された処理空気を白金やパラジウムなどの貴金属触媒や銅、マンガン、クロム、ニッケル、鉄などの酸化物触媒と接触させる、いわゆる接触触媒法により、処理空気中に含まれるガス状有機不純物を製品に無害な炭酸ガスと水に分解するものである。しかし、かかる装置でも、触媒燃焼筒の内部の触媒から微粒子が発生するおそれがあり、下流側に高性能フィルタを取り付けることは必須である。また、この場合にも、ケミカルフィルタの場合と同様に、ガス状不純物除去装置下流側の高性能フィルタの構成部材にガス状不純物を発生する素材が利用されていると、脱離したガス状不純物がクリーンルーム中に浮遊し、デバイスに悪影響を与える可能性がある。

【0009】さらに、流動層吸着塔を利用したガス状不純物の除去装置も知られている。この流動層吸着塔は、多段に積層された多孔板上に粒状活性炭などの吸着濾材による流動層を形成し、この流動層を各段ごとに流動移動させながら順次下段に落下させるように構成されている。この間、処理空気を上向き流として、各段において吸着濾材の流動層と均一に接触させ、処理空気中のガス状不純物を吸着させる。浄化された空気は吸着塔の上部から放出される。また吸着塔底部に到達した吸着濾材は、気流搬送器によって吸着塔の最上段に戻され、再び落下する。このような流動吸着塔において、流動状態にある吸着濾材は、互いに擦れ合うことで細かいミクロンサイズの微粒子を発生する。このような微粒子をHEPAやULPAと称される高性能フィルタで除去しようとすると、僅かな期間で目詰まりを起こしてしまう。そこで、まず中性能フィルタでミクロンサイズの濾材摩耗粒子を除去し、中性能フィルタで除去できなかった僅かの

サブミクロンサイズの微粒子はさらに下流側に設けた高性能フィルタで除去している。従って、この場合にも、ガス状不純物除去装置下流側の中性能フィルタまたは高性能フィルタの構成部材に先に示したようなガス状不純物を発生する素材が利用されていると、脱離したガスがクリーンルーム中に浮遊し、デバイスに悪影響を与える可能性がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記のような従来のガス状不純物の除去装置が有する問題点に鑑みてなされたものであり、フィルタ自身がガス状不純物汚染の原因となることを防止するとともに、フィルタの寿命を延長することが可能な新規かつ改良されたクリーンルーム雰囲気中のガス状不純物の除去装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の第1の観点によれば、気相中に含まれるガス状不純物を除去して清浄空気を生成するガス状不純物処理システムが提供される。そして、そのガス状不純物処理システムは、未処理空気中に含まれるガス状不純物は除去するが、それ自体が処理済空気中に粒子状不純物を発生するガス状不純物除去手段と、そのガス状不純物除去手段の下流側に配され、ガス状不純物を発生しない素材のみから構成されるフィルタ手段とから構成される。

【0012】ガス状不純物除去手段としては、気相中に含まれるガス状不純物を高性能に除去することができる吸着濾材や流動層吸着塔、あるいは接触触媒燃焼筒のようにガス状有機不純物を製品に無害な炭酸ガスと水に分解するものを使用することができる。いずれのガス状不純物除去手段でも吸着材や触媒から粒子状不純物を発生するものである。従って、それらの下流側にはガス状不純物を発生しない素材のみから構成される粒子状不純物を除去するフィルタ手段を設けなければならない。

【0013】なお、ガス状不純物除去手段の下流側に、ガス状不純物を発生しない素材のみから構成される粒子状不純物を除去するバックアップ用フィルタ手段を、上記フィルタ手段に対して並列にかつ選択的に切り換え可能に接続することもできる。かかる構成によれば、目詰まりを起こしたフィルタ手段を交換する際に、空気経路をバックアップ用フィルタ手段に切り換えることで、システムの運転を中断する必要がない。

【0014】ガス状不純物除去手段の下流に配置されるガス状不純物を発生しないフィルタ手段として、例えば、HEPAフィルタまたはULPAフィルタと称される粒径が $0.3\mu\text{m}$ の大きさの微粒子を99.97%以上捕集できる高性能フィルタを使用することができる。また、その高性能フィルタの上流側に、中性能エアフィルタとも称される粒径が $0.3\mu\text{m}$ または $0.3\mu\text{m}$ 以

上の大きさの微粒子を99.97%未満で捕集できる中性能フィルタを配しても良い。その中性能フィルタには、捕捉された微粒子を払い落として再生するフィルタ再生手段、例えば、捕捉された微粒子を機械的振動または逆洗ガス気流により払い落とすものを設けても良い。ガス状不純物を発生しない素材（例えば、金属、セラミックス、ガラス繊維など）のみから構成されるフィルタ手段は、例えば、金属製フレーム要素とガラス繊維製フィルタ要素のみから、あるいは、金属製フレーム要素と金属製フィルタ要素のみから構成することができる。またフィルタ手段の取り付けにあたっては、ガス状不純物を発生しない無機素材パッキンやフッ素樹脂パッキンを用いることが好ましい。また有機系の樹脂であっても、加熱処理により揮発性成分を除去し、表面汚染に関与する脱ガスが生じないように処理が施されたものであれば用いることができる。

【0015】また本発明の別の観点によれば、粒径が $0.3\mu\text{m}$ または $0.3\mu\text{m}$ 以上の大きさの微粒子を99.97%未満で捕集できる中性能の粒子除去フィルタ、または粒径が $0.3\mu\text{m}$ の大きさの微粒子を99.97%以上捕集できる高性能の粒子除去フィルタが提供される。この粒子除去フィルタは、ガス状不純物を発生しない素材（例えば、金属、セラミックス、ガラス繊維などそれ自体からガス状不純物を発生しない素材や、有機性樹脂であっても加熱処理により揮発性成分が除去されて、表面汚染に関与する脱ガスが生じないように処理された素材）のみで構成されるフレーム要素とフィルタ要素のみから構成されて、ガス状不純物を発生しないものである。ガラス繊維製や金属製のフィルタ要素を、ブリーツ形状、円筒形状または封筒形状に形成し、処理空気との接触面積を拡大しても良い。なお、ガラス繊維製フィルタ要素を使用する場合には、そのガラス繊維製フィルタ要素を金属製またはセラミックス製のスペーサまたは多孔板またはメッシュで挟持するように構成しても良い。この場合、ガラス繊維製フィルタ要素を挟持するスペーサ、多孔板、メッシュはフレーム要素の一部を構成する。本発明による粒子除去フィルタにおいては、フィルタ要素とフレーム要素をつぎのように定義する。すなわち、ガラス繊維濾材や金属メッシュのように、処理空気中の微粒子除去に直接役立つ機能を有する要素をフィルタ要素とする。一方、微粒子除去の機能を十分に発揮させるためにフィルタ要素を成形する要素や、処理空間中にフィルタ要素を機械的に保持するための要素はフレーム要素とする。したがって、金属製メッシュや金属製多孔板に関しては、目の粗さや線径や板厚がそれぞれ小さなものは濾材、すなわちフィルタ要素として好適に使用することが可能であり、これに対して、目の粗さや線径や板厚がそれぞれ大きなものはフィルタ部材の保持網、すなわちフレーム要素として好適に使用することができる。さらに、これらの粒子除去フィルタに、捕捉さ

れた微粒子を払い落として再生するフィルタ再生手段、例えば、捕捉された微粒子を機械的振動または逆洗ガス気流により払い落とすものを設けても良い。

【0016】

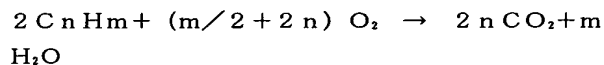
【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかるガス状不純物の処理システム及びそのシステムに実装される粒子除去フィルタの好適な実施の形態について詳細に説明する。

【0017】図1には、本発明にかかるガス状不純物処理システムの実施の第1の形態が示されている。図示のように、本システム100は、ケーシング102内に、その上流側にはガス状不純物の吸着濾材110として、活性炭繊維をベースとした3種のケミカルフィルタ、すなわち酸性ガス処理用フィルタ112、アルカリ性ガス処理用フィルタ114、有機系ガス処理用フィルタ116を3層重ね、その下流側に、高性能フィルタ120を取り付けたものである。図中104は送風機を内蔵したファンモジュールであって、ケーシング102の上流側に取り付けられ、吸着濾材110と高性能フィルタ120に未処理空気を送風する役割を果たす。高性能フィルタ120は、後述するように、金属またはセラミックスのいずれか一方、または両方の素材で構成されるフレーム要素とフィルタ要素のみから構成されるもので、それ自体からガス状不純物を発生しない素材から構成されるか、あるいは有機系樹脂のように揮発性成分を含むものであっても、加熱処理などにより脱ガスが生じないように処理されたものである。なお図示の例では、高性能フィルタ120のみを設置しているが、その上流側に中性性能フィルタを設置しても良い。また、後述するように、その中性性能フィルタに再生装置を設けてフィルタの交換寿命を延長させても良い。なお高性能フィルタ120をケーシング102に取り付ける際には、有機物ガスの発生のないシール部材、例えば無機素材パッキンやテフロンなどのフッ素樹脂パッキンを使用することが好ましい。また、有機系樹脂であっても、加熱処理により揮発性成分を除去したものであれば、表面汚染に関与するガス状不純物を発生しないので使用することができる。

【0018】さて、すでに説明したように、システムの上流側に設置されるケミカルフィルタの吸着濾材110は活性炭をベースとしており、活性炭自身が破砕した粒子状の汚染物を発生する汚染源となり得る。すなわち、吸着濾材110は未処理空気中に含まれるガス状不純物は除去するが、それ自体が粒子状不純物の発生源となり得る。そこでその下流側には粒子状不純物を除去するフィルタ手段が必要になる。従来のHEPAフィルタやULPAフィルタの高性能フィルタでは、これらのフィルタ自体を構成する濾材、シール材、接着剤などからガス状不純物が発生する。ガス状不純物除去後の処理済み空気は、これらのフィルタを通気する際に、粒子状不純物は完全に除去できたとしても、ガス状不純物によって再

度汚染されてしまう。しかし、本発明の形態によれば、吸着濾材110の下流側にガス状不純物を発生しない高性能フィルタ120が設置されるので、ガス状不純物を含まないクリーンエアを供給することができる。

【0019】図2には、本発明にかかるガス状不純物処理システムの実施の第2の形態が示されている。このガス状不純物処理システム100'は、システムの上流側に設置されるガス状不純物処理装置として接触触媒燃焼筒130を使用し、その下流側に本発明に基づいて構成されたガス状不純物を発生しない高性能フィルタ120'を設置したものである。この接触触媒燃焼筒130は、取り入れた空気を圧縮する圧縮機132と、空気を加熱し触媒と反応させる反応塔134と、処理済みの空気を冷却する熱交換器136とから主に構成されている。さらに接触触媒燃焼筒130は、圧縮機132と反応塔134との間の送気経路中に、粒子除去フィルタ138、圧力計140、流量計142が介装されており、生成される清浄空気の清浄度、圧力、流量をそれぞれ調整することが可能である。また、反応塔134内には、例えば白金やパラジウムなどの酸化触媒が置かれており、加熱器144により、空気中に含まれる炭化水素類を次式に示されるように燃焼させ分解することができる。なお、図中146は、反応塔134の過熱を防止するための温度指示調節警報器である。



【0020】このようにして、クリーンルーム内の清浄空気または外気は、圧縮機132により、例えば420℃に加熱された反応塔134に送気され、反応塔134内において酸化触媒と反応し、炭化水素類が水と炭酸ガスに分解され除去される。かかる装置でも、接触触媒燃焼筒130の内部の触媒から微粒子が発生するおそれがある。しかし、本実施の形態によれば、接触触媒燃焼筒130の下流側にガス状不純物を発生しない高性能フィルタ120'が設置されるので、ガス状不純物を含まないクリーンエアを供給することができる。なお、高性能フィルタ120'の詳細については後述する。また図示の例では、高性能フィルタ120'のみを設置しているが、その上流側に中性性能フィルタを設置しても良い。また、後述するように、その中性性能フィルタに再生装置を設けてフィルタの交換寿命を延長させても良い。なお高性能フィルタ120'をシステムに取り付ける際には、有機物ガスの発生のないシール部材、例えば無機素材パッキンやテフロンなどのフッ素樹脂パッキンを使用することが好ましい。また、本実施の形態の場合にも、図4および図5に関連して後述するように、高性能フィルタ120'に対するバックアップ用フィルタを並列に接続し、高性能フィルタ120'の交換時に空気経路を切り換えるように構成しても良い。

【0021】図3には、本発明にかかるガス状不純物処

理システムの実施の第3の態様が示されている。このガス状不純物処理システム100”は、システムの上流側に設置されるガス状不純物処理装置として流動層吸着塔150を使用し、その下流側に本発明に基づいて構成されたガス状不純物を発生しない中性能フィルタ122及び高性能フィルタ124を上流側から順次直列に設置したものである。なお、後述するように、中性能フィルタ122に再生装置を設けてフィルタの交換寿命を延長させても良い。また、中性能フィルタ122や高性能フィルタ124をシステムに取り付ける際には、有機物ガスの発生のないシール部材、例えば無機素材パッキンやテフロンなどのフッ素樹脂パッキンを使用することが好ましい。なお有機系樹脂であっても、加熱処理により揮発性物質を除去し、表面汚染に関与するガス状不純物の発生をなくした素材であれば使用することができる。

【0022】この流動層吸着塔150は、大きく分けて流動層吸着部152、シール部154、吸着濾材搬送部156から成る。流動層吸着部152は、吸着塔158内に多段に積層された多孔板160を備えている。吸着濾材（例えば、粒状活性炭）は、この流動層吸着部152において、多段の多孔板160上で、例えば静止層高10～20mm、流動層高20～40mmの流動層162を形成し、多段毎に流動移動しながら各段の流下部160aから逐次下段に落下して行く。この間、吸着濾材は、空気取入口163からダンパ163bと渦巻送風機163aを経由して取り入れられた上向流の処理空気164と均一に接触し、処理空気中の不純物ガス成分を吸着する。他方、浄化された空気166は吸着塔158の上部158aから放出される。またシール部154をなす吸着塔底部158bに達した吸着濾材は、吸着濾材搬送部156によって吸着塔の最上段に戻され、再び吸着工程に移って行く。

【0023】かかる流動層吸着塔150を利用したガス状不純物の除去装置は、流動状態にある吸着濾材の層の中を被処理空気が通過するため、通気抵抗が極めて低いという利点がある。例えば0.7mm直径の粒状活性炭からなる静止層高1.5cmの流動層を1m/sの被処理空気が通過する場合の通気抵抗はわずか10mmH₂Oである。また、被処理空気中に含まれるppmオーダのガス状有機不純物を1ppb以下の濃度にするためにはせいぜい7段の流動層、つまり70mmH₂Oの通気抵抗を見込んでおけば十分である。なお、長期連続運転中に、吸着塔内の吸着濾材は不純物を吸着して破過（飽和して吸着性能を失う状態）に近づく。従って、破過する前に安全を見込んで早目に吸着濾材の交換が必要である。例えば、破過するまでの寿命が2年であれば半年置きに交換することができる。

【0024】図3に示す吸着濾材搬送部156について説明する。吸着濾材搬送部156は、ターボ送風機168を備えており、このターボ送風機168によりダンパ

174と三方管172と気流輸送管176を経由して圧縮空気178が吸着塔の最上段に送られる。三方管172において、圧縮空気178と、取り出し口170から出た吸着濾材とが混合される。取り出し口170から吸着濾材を取り出す経路には、第1経路170aと第2経路170bの2系統があり、第1経路170aから取り出された吸着濾材が圧縮空気178によって吸着塔の最上段まで気流搬送される。この際、第2経路170bはダンパ174aおよびバルブ180を閉じることによって閉鎖されている。

【0025】一方、吸着濾材を交換する場合は、渦巻送風機163aを停止し、ダンパ174を閉じて第1経路170aを閉鎖する。逆に第2経路170bは開放し、三方管172aにおいて、ダンパ174aを経由した圧縮空気178aと、取り出し口170から出た吸着濾材とを混合する。この吸着濾材はバルブ180を経由して使用済み濾材貯槽182まで気流搬送される。気流搬送に使用された圧縮空気178aは貯槽182に取り付けた排気口182aから外部に排出される。

【0026】吸着塔158の使用済み濾材を全て貯槽182に気流搬送した後、貯槽下部に取り付けたバルブ182bを開いて使用済み濾材を外部に取り出す。一方、未使用の吸着濾材は供給口184aから未使用濾材貯槽184に入れる。その後未使用の吸着濾材は、バルブ186を経由して取り入れ口188から吸着塔158内に入る。

【0027】ところで、かかる流動層吸着塔150では、流動状態にある吸着濾材自体が微粒子の発生源となる。しかし、本実施の形態によれば、流動層吸着塔150の下流側にガス状不純物を発生しない中性能フィルタ122および高性能フィルタ124が設置されるので、ガス状不純物と粒子状不純物の両方とも含まないクリーンエアを供給することができる。なお、中性能フィルタ122および高性能フィルタ124の詳細については後述する。また図示の例では、中性能フィルタ122と高性能フィルタ124を直列に配列しているが、高性能フィルタ124のみを設置する構成にしても良い。ただし、かかる流動層吸着塔150では、流動状態にある吸着濾材は、互いに擦れ合うことで夥しいミクロンサイズの微粒子を発生するため、このような微粒子をHEPAやULPAと称される高性能フィルタで除去しようとするれば、例えば、粉塵濃度1mg/m³、通気風速0.3m/secの場合、2ヶ月程度で完全に目詰まりを起こしてしまう。従って、本実施の形態に示すように、まず中性能フィルタ122でミクロンサイズの濾材摩耗粒子を除去し、中性能フィルタ122で除去できなかった僅かのサブミクロンサイズの微粒子をさらに下流側に設けた高性能フィルタ124で除去する構成を採用することが好ましい。さらにまた、後述するように、中性能フィルタ122に再生装置を設けてフィルタの交換寿命を延

長させても良い。なお中性能フィルタ122や高性能フィルタ124をシステムに取り付ける際には、有機物ガスの発生のないシール部材、例えば無機素材パッキンやテフロンなどのフッ素樹脂パッキンを使用することが好ましい。また、有機系の樹脂を使用する場合には、加熱処理により揮発性成分を除去し、表面汚染に関与するガス状不純物をなくす必要がある。

【0028】かかる流動層吸着塔150の下流側にガス状不純物を発生しない中性能フィルタ122および高性能フィルタ124を設置した場合には、吸着濾材から発生する微粒子で中性能フィルタ122が目詰まりを起こすことは既に述べた。このような目詰まりを起こしたフィルタは、新しいフィルタと交換しなければならないが、交換作業中には、図3に示す本実施例の形態によるガス状不純物除去システムの稼働を停止しなければならない。本実施例の形態によるガス状不純物除去システムはLSIやLCDを製造するクリーンルームの雰囲気中に含まれるガス状不純物を除去する技術に関するものであり、例えば、LSIやLCDの基板の保管庫雰囲気を充満させるためのガス状不純物と粒子状不純物のいずれも含まないクリーンエアを供給するために使用される。通常、LSIやLCDの基板はクリーンルーム中で昼夜を問わず24時間体制で休みなく製造されるから、フィルタの交換作業中といえども本システムの稼働は停止しないことが望ましい。そこで、図4および図5に示すようなバックアップとなる別系統のフィルタを流動層吸着塔150の下流側に最初から設けておくことが望ましい。

【0029】バックアップとなる別系統のフィルタとしては、主フィルタと同等の性能を有するものが使用されるが、通常運転時は、使用しない。しかし、目詰まりを起こしたフィルタの交換時には、空気経路をバックアップ用フィルタに切り換えて、システムを中断することなくフィルタの交換を行うことができる。フィルタ交換後には、空気経路を更新された元の系統に切り換えて、バックアップ用フィルタの使用を再度停止する。このように、バックアップ用フィルタは交換作業の間、一時待避的に使用することができる。

【0030】また、バックアップとなる別系統のフィルタを、目詰まりを起こしたフィルタの交換後も、引き続き使用し、この別系統のフィルタが目詰まりを起こして使用出来なくなった場合には、元の系統のフィルタに切り替えるというふうに、2系統のフィルタを交互運転することもできる。

【0031】図4は、中性能フィルタ122に対してバックアップ用の中性能フィルタ122'をダンパ122a~122dにより選択的に切り換え可能に並列に接続したものである。中性能フィルタ122の運転時には、ダンパ122a、122bは開けられ、ダンパ122c、122dは閉じられている。一方、中性能フィルタ

122の交換時には、ダンパ122a、122bは閉じ、ダンパ122cと122dを開ける。このように、本実施の形態によれば、目詰まりを起こしていない中性能フィルタ122'が交換作業中に使用されるため、システムの稼働が停止することはない。なお、図4中のダンパ開閉状態は中性能フィルタ122の運転時に相当する。

【0032】図5は中性能フィルタ122または高性能フィルタ124のどちらか一方、または中性能フィルタ122と高性能フィルタ124の両方の交換を想定したものである。中性能フィルタ122および高性能フィルタ124の運転時には、ダンパ122a、122b、124aは開けられ、ダンパ122c、122d、124bは閉じられている。一方、中性能フィルタ122のみの交換時には、ダンパ122a、122b、124bは閉じ、ダンパ122c、122d、124aを開ける。このように目詰まりを起こしていない中性能フィルタ122'を交換作業中に使用することができるので、本実施の形態によれば、システムの駆動がフィルタ交換作業中でも停止することはない。さらに、高性能フィルタ124のみの交換時には、ダンパ122c、122d、124aは閉じ、ダンパ122a、122b、124bを開ける。このように目詰まりを起こしていない高性能フィルタ124'を交換作業中に使用することができるので、本実施の形態によれば、システムの稼働が交換作業中でも停止することはない。さらに、中性能フィルタ122と高性能フィルタ124の両方の交換時には、ダンパ122a、122b、124aを閉じ、122c、122d、124bを開ける。このように目詰まりを起こしていない中性能フィルタ122'と高性能フィルタ124'が交換作業中に使用されるため、本実施の形態によれば、システムの稼働が交換作業中でも停止することはない。なお、図5中のダンパ開閉状態は高性能フィルタ124の交換時に相当する。

【0033】次に、図6~図16を参照しながら、本発明に基づいて構成されたそれ自体がガス状不純物を発生しない粒子除去フィルタのいくつかの好適な実施の形態について説明する。

【0034】図6(a)(b)および図7(a)(b)に示す粒子除去フィルタ410は、例えばステンレスやアルミニウムのような金属やガラスのようなセラミックスから成るフレーム412、418とスペーサ416と、ガラス繊維素材の濾紙414のみから構成されている。フレーム412、418とスペーサ416はフレーム要素であり、濾紙414はフィルタ要素である。図6(a)、(b)に示すように、製造時にはまず、凹字形状のスペーサ416を使用してガラス繊維濾紙をプリーツ形状に織る。さらに図7(a)、(b)に示すように、スペーサ416を挟んだガラス繊維濾紙414の両側を、有機物ガスの発生のないフッ素樹脂パッキン42

0を介してフレーム412で挟んで圧縮し、両側のフレーム412を側面のフレーム418に機械的に（例えば、ネジ留めにより）固定する。この粒子除去フィルタ410は使用前に、例えば200℃でベーキングして、製作中に粒子除去フィルタ410に汚れとして付着（主として雰囲気由来のガス状有機物が付着）した全ての不純物を脱離させる。なお、図7（a）、（b）は、粒子除去フィルタ410のB-B、A-A断面をそれぞれ示し、切り口に相当する部分にはハッチングを施した。また、A-A断面図（図7（b））にはフィルタ410内における処理対象空気の流れ方向を破線矢印422で示した。この粒子除去フィルタ410は、後述する図11に示す実施の形態と同様に、金属製ダクトに取り付けることができるが、取付部のシールにも有機物ガスの発生のないフッ素樹脂パッキンを使用することが好ましい。またスペーサ416やフレーム412、418などの材質も、不純物ガス発生のない素材、例えば金属やセラミックスなどで構成されることは既に述べたとおりである。

【0035】図8および図10に示す粒子除去フィルタ420も、例えばステンレスやアルミニウムなどから成る金属製フレーム412a、412bとガラス繊維素材のフィルタ414のみから構成されている。図8に示すように、本実施の形態では、バインダを含まないガラス繊維のみからなる濾紙形平板フィルタ濾材414を凹凸に折り曲げてフィルタ要素を構成する。そして、凹凸形状のフィルタの上下端部414aは、フィルタの凹凸形状に対応して凹凸形状に成形された金属製型枠412a、412bの凹凸部間（図10（a）（b）に示す金属製型枠412a、412bの上面および下面）に挟み込む。また凹凸形状のフィルタの左右端部414bは金属製型枠412a、412bの平坦面間（図10（a）（b）に示す金属製型枠412a、412bの左右側面）に挟み込む。このようにすれば、ガス状不純物などを発生するシール材などを使用せずに、図10（a）に示すような粒子除去フィルタを構成することができる。なお図10（a）は、粒子除去フィルタを組み立てた状態を示し、図10（b）は一方の金属枠412aを取り外した状態を示す斜視図である。このようにして組み立てられた粒子除去フィルタ420についても、金属製型枠412a、412bごとと濾材414を、例えば200℃でベーキングして、全ての有機物を脱離させる。なお、図8および図10において、フレーム要素は金属型枠412a、412bに相当し、フィルタ要素はフィルタ414に相当する。

【0036】なお、図9に示す粒子除去フィルタ420'は、図8の粒子除去フィルタ420と異なり、バインダを含まないガラス繊維のみからなる濾紙形平板フィルタ濾材414'をジグザグに折り曲げてフィルタ要素を構成し、そのジグザグ形状のフィルタ414'を、そ

のジグザグ形状に対応してジグザグ形状に成形された金属製型枠412a'、412b'の間に挟み込んだものである。かかる形状の相違を除けば、図9に示す粒子除去フィルタ420'は、図8に示す粒子除去フィルタ420と実質的には同一の構成を有しているので、詳細な説明は省略する。また、図9において、フレーム要素は金属型枠412a'、412b'に相当し、フィルタ要素はフィルタ414'に相当する。

【0037】図11には、図8および図10に示す粒子除去フィルタ420を風道430a、430bに取り付ける様子を示すものである。風道430a、430bのフランジ432a、432bに形成された孔に全螺子ボルト434がナット436で取り付けられており、ナット436により、風道430a、430b間の間隔を調整することができる。そして、本実施の形態にかかる粒子除去フィルタ420は、風道430a、430b間に、ガス状不純物を発生しない無機素材パッキンやフッ素樹脂パッキン438を介して、気密に取り付けることができる。

【0038】図12（a）～（d）には、本発明にかかる粒子除去フィルタのさらに別の実施例が示されている。この粒子除去フィルタ440は、ステンレスやアルミニウムなどの金属製フレームと金属製フィルタのみから構成されるものである。図12（a）（b）に示すように、この粒子除去フィルタ440のフィルタ部442はステンレスメッシュ442a、442b、442c・・・を複数枚積層して構成される。さらに、フィルタ部442は、図12（c）に示すように、通気抵抗を少なくするためにプリーツ形状に加工され、図12（d）に示すように、その周囲を金属製フレーム444で固定することにより組み立てられる。金属製フレーム444の形状の詳細は特に示さないが、図10の金属製型枠412a、412bの凹凸形状をプリーツ形状（波形形状）に変えたものである。なお、図12（c）は図12

（d）のC-C断面を示す。もちろんこの場合にも、フィルタ442を金属製フレーム444とともにベーキングし、全ての有機物を除去することが好ましい。もちろんこの場合にも、フィルタ442を金属製フレーム444とともにベーキングし、全ての有機物を除去することが好ましい。また取り付けにあたっては、無機素材パッキンやフッ素樹脂パッキンなどのガス状不純物を発生しないシール部材を使用することが好ましい。なお上記例では、金属製フィルタとして金属製メッシュを使用した例を示したが、代わりに金属製多孔板を使用しても良い。なお、図12（a）～（d）において、フレーム要素は金属製フレーム444に相当し、フィルタ要素はフィルタ442に相当する。

【0039】図13（a）～（d）には、本発明にかかる粒子除去フィルタのさらに別の実施例が示されている。この粒子除去フィルタ450は、金属製フレームと

濾材保持用金属メッシュまたは金属製多孔板とガラス繊維製フィルタとを組み合わせる構成である。図13(a)(b)に示すように、フィルタ部452は、金属製メッシュまたは金属製多孔板のフレーム452a、452bの間にバインダなどのガス状不純物を発生する素材を含まないガラス繊維製フィルタ454を挟持することにより構成される。ガラス繊維製フィルタの代わりに金属繊維製フィルタを用いても良い。さらに、フィルタ部452は、図13(c)に示すように、通気抵抗を少なくするためにプリーツ形状に加工され、図13(d)に示すように、その周囲を金属製フレーム456で固定することにより組み立てられる。もちろんこの場合にも、フィルタ452を金属製フレーム456とともにベーキングし、全ての有機物を除去することが好ましい。また取り付けにあたっては、無機素材パッキンやフッ素樹脂パッキンなどのガス状不純物を発生しないシール部材を使用することが好ましい。また、図13(a)～(d)においては、フレーム要素は金属製フレーム452a、452b、456に相当し、フィルタ要素は454に相当する。

【0040】図14～図16には、本発明に基づいて構成される粒子除去フィルタのさらに別の実施の形態が示されている。この粒子除去フィルタ460は、金属製フレーム462(図16)と、ガス状不純物を発生しないフィルタ部464のみから構成される。フィルタ部464は、一端が閉じた円筒状の金属製メッシュまたは多孔板から成る外枠464aと内枠464bとの間にガラス繊維製フィルタ466を挟み込むようにして構成される。ガラス繊維製フィルタの代わりに金属繊維製フィルタを用いても良い。そして、このように構成されたフィルタ部464を、図16に示すように複数個、金属フレーム462に取り付けることにより構成される。なお図16に示す例では、フィルタ部464の開放端側に、その開放端内枠464bの寸法に対応する開口が穿設された平板状の金属製フレーム462を取り付けている。組立にあたっては、フィルタ部464の開放端外枠464aを金属製フレーム462の開口に同心円状に取り付ける。つまり、外枠464aと内枠464bに挟まれた環状の開放端部分は金属製フレーム462によって閉鎖される。こうして、ガス状不純物を発生しない素材のみで粒子除去フィルタ460を構成することができる。もちろんこの場合にも、フィルタ464を金属製フレーム462とともにベーキングし、全ての有機物を除去することが好ましい。また取り付けにあたっては、無機素材パッキンやフッ素樹脂パッキンなどのガス状不純物を発生しないシール部材を使用することが好ましい。

【0041】図15(a)(b)には処理対象空気の流れ方向を矢印468で示した。図15(a)は、例えば風道内に粒子除去フィルタ460を取り付けるに当たって、フィルタ部464の開放端側を風道内空気流れの上

流方向、閉鎖端側を下流方向になるように配置した場合である。一方、図15(b)は図15(a)とは逆に、例えば風道内に粒子除去フィルタ460を取り付けるに当たって、フィルタ部464の開放端側を風道内空気流れの下流方向、閉鎖端側を上流方向になるように配置した場合である。図15(a)(b)いずれの場合もフィルタ部464の中心線に対してはほぼ放射状に処理対象空気がガラス繊維製フィルタ466を透過する。なお、図14～図16において、フレーム要素は金属製フレーム462、外枠464a、内枠464bに相当し、フィルタ要素はガラス繊維製フィルタ466に相当する。

【0042】次に、図17～図19を参照しながら、本発明に基づいて構成されたフィルタ再生装置付の粒子除去フィルタ(中性能フィルタ)のいくつかの実施の形態について説明する。

【0043】図17に示す装置200において、空気入口204と空気出口206を備えたチャンバ202は、空気入口204側のエキспанションチャンバ202bと空気出口側の処理チャンバ202aを備えている。処理チャンバ202a内には、本発明に基づいて構成されたガス状不純物を発生しない粒子除去フィルタ208、例えば金属製メッシュをチューブ式の濾布状(封筒状)に加工した複数のフィルタ部208aを金属フレーム208b(例えば、図16に示す金属製フレーム462に相当するもの)に取り付けたものが収納されている。なお、複数のフィルタ部208aの閉止端は処理チャンバ202aの天井部のロッド202cに設けられた複数のフック202dに取り付けられている。

【0044】さらに、この装置200は、機械振動式のフィルタ再生装置210を備えている。このフィルタ再生装置210は、ロッド202cを振動させることにより、各フック202dにつり下げられたチューブ状粒子除去フィルタ208に振動を伝達するものである。すなわち、長期間にわたり空気処理を行うと、チューブ状粒子除去フィルタ208のフィルタ部208aの粉塵層が段々厚くなり、圧力損失が高くなり、濾過効率が落ちてしまう。そこで、本実施の形態によれば、例えば、不図示の圧力センサにより圧力損失を計測し、圧力損失が例えば30mmH₂O程度になると、空気を遮断して、振動装置210を駆動して、振動をロッド202c、フック202dを介してフィルタ部208aに伝達し、その振動によりフィルタ部208aに付着した粉塵を払い落とすことができる。このように、適宜フィルタの再生を行うことにより、本発明に基づいて構成されたガス状不純物を発生しない中性能フィルタの寿命を延ばすことができる。払い落とされた粉塵はチャンバの底部のホップ202eから排出される。

【0045】なお、図17には、塵埃がある程度堆積するとファンを止めて払い落としをする間欠式の装置200を示したが、長時間連続運転を必要とする場合には、

図18に示すような連続式の装置200'を使用することが好ましい。なお図18(a)は装置200'の側面図、図18(b)は装置200'の正面図をそれぞれ示している。図示のように、装置200'は、図17に示す装置200を複数(図示の例では3つ)併置したものであり、処理チャンバ200A~200Cを備えている。そして、各処理チャンバ200A~200Cには対応する空気入口204A~204Cが取り付けられており、清浄化された空気は空気出口206A~206Cから清浄空気用ダクト212に送られる。このように、本実施の形態によれば、複数の処理チャンバ200A~200Cが設けられているので、再生処理が必要な処理チャンバが出現した場合には、不図示のダンパ切り換えによりそのチャンバへの空気供給を遮断して払い落とし(フィルタ再生処理)を行なうことができる。このように、本実施の形態によれば、順次再生処理を行うので、再生処理により清浄空気の供給が中断することがない。また再生処理のサイクルは、例えば含塵濃度や圧力損失により決定される。

【0046】図17および図18には、機械振動式のフィルタ再生機構を備えた装置を示したが、本発明はかかる例に限定されない。例えば図19に示すように、逆流ガス気流式のフィルタ再生機構を備えた装置250を使用することができる。この装置250は、本発明に基づいて構成された粒子除去フィルタ260が収納される処理チャンバ252を備えている。粒子除去フィルタ260は、例えば図16に示すものと同様の構成を有しており、複数の金属製メッシュ(または濾材保持用金属製メッシュや金属製多孔板の間にガラス繊維または金属繊維を挟み込んだもの)から成るフィルタ部262を金属製フレーム264に取り付けたものである。従って、図中で矢印で示すように、金属製フレーム264の開口部264aからフィルタ部262で清浄化された空気を得ることができる。

【0047】この処理チャンバ252の上部には、各金属パネル264の開口部264aに対応する位置に複数のノズル261を設けられている。このノズル261は不図示の窒素源より高圧の高純度窒素ガスを噴射することができるものである。なお、ノズル261は電磁弁263を備えており、高圧窒素の噴射時間およびタイミングを制御することができる。また、フィルタ部262の上部にはベンチュリ部262aが形成されている。従って、ノズル261から高速度で噴射された窒素ガスはベンチュリ部262aにおいて周囲の空気を吸引してチューブ状のフィルタ部262内に入るから、フィルタ部262の内部は瞬間的に高圧となり、フィルタ部262の外周より内部に流入していた空気は逆流して、フィルタ部262の外面に付着している粉塵は清掃される。噴射のサイクルは粉塵の種類、含塵濃度によって調整できる。また、除去された粉塵は処理チャンバ252の底部

に設けられたホップ258から適宜排出される。なお、図19中の254は空気入口、256は空気出口をそれぞれ示している。

【0048】

【実施例】次に本発明にかかるガス状不純物処理システムのいくつかの実施例について説明する。

【0049】[実施例1] まず、図1に示すガス状不純物処理システム(すなわち、下流側フィルタ120として図8、図10および図11に示すガス状不純物を発生しない粒子除去フィルタ420を用いたもの)の場合と、図1に示すシステムと同様に、ガス状不純物の吸着濾材として活性炭繊維をベースとした3種のケミカルフィルタ、すなわち酸性ガス処理用フィルタ、アルカリ性ガス処理用フィルタ、有機系ガス処理用フィルタを3層重ね、その下流側に従来のULPAフィルタ(すなわち、それ自体がガス状不純物を発生するもの)を取り付けた場合について、フィルタ下流側に置いたガラス基板表面の有機物による汚れ方を比較した。ガラス基板はCORNING#7059、100mm×100mm×1.1mmである。ガラス基板表面に付着している有機物は、紫外線オゾン洗浄によって全て除去した後、試験に供し、接触角評価法により評価した。

【0050】その結果を図21に示す。なお、図21に示すグラフは、縦軸に接触角、横軸に暴露時間を示すものである。なお、本実施例においては、ガラス基板表面の汚染状態を評価するために、接触角評価法を用いた。接触角評価法で測定する接触角はガラス基板表面に滴下された超純水の液滴の接触角であり、XPS(X線光電子分光法)により測定したガラス表面の有機物による汚染状態(炭素/ケイ素比)と接触角との間には、図20に示すような関係がある。炭素/ケイ素比は表面に付着している有機物量に比例する指標であり、接触角は表面の疎水性有機物による汚染の程度を表す指標である。したがって、接触角を観察することにより、ガラス基板表面の有機物汚染状態を簡便かつ短時間に測定できる。なお、XPSと接触角測定法については、本発明とは直接的に関係するものではないので、その詳細な説明は省略する。なお、その詳細については、本件出願人と同一出願人にかかる特願平7-171373号を参照されたい。

【0051】ガラス表面の接触角の経時変化を、洗浄直後のガラス基板が、本実施の形態による不純物ガスの発生のない高性能フィルタの下流側に置かれた場合と、同ガラス基板が従来のULPAフィルタ下流側に置かれた場合について比較した。図21に示すように、本発明の場合には、3日間経過後も接触角の増加はわずか3度であったが、従来のULPAフィルタを使用した場合には、ULPAフィルタの構成素材からの脱ガスの影響により、接触角は20度も増えた。なお、図21中には、ケミカルフィルタを設けないクリーンルーム雰囲気曝

された場合のデータも参考までに示した。

【0052】〔実施例2〕同様に図2に示すガス状不純物処理システムに、高性能フィルタ120'として、図8、図10および図11に示す本発明による金属製フレームとガラス繊維素材から構成される高性能フィルタ420を取り付け、実施例1と同様に、フィルタ下流側に洗浄直後のガラス基板を置いて、接触角の経時変化を調べたところ、3日間経過後も接触角の増加は全く観察されなかった。

【0053】〔実施例3〕さらにまた、図3に示すガス状不純物処理システムに、中性能フィルタ122として、図17に示す横振動型払い落とし機構を備えた金属製メッシュ濾材から成る中性能フィルタを使用し、さらに下流側に設置される高性能フィルタ124として、図8、図10および図11に示す本発明による金属製フレームとガラス繊維素材から構成される高性能フィルタ420を取り付け、実施例1と同様に、最終段の高性能フィルタ下流側に洗浄直後のガラス基板を置いて、接触角の経時変化を調べたところ、3日間経過後も接触角の増加は全く観察されなかった。

【0054】以上、本発明に基づいて構成されたガス状不純物処理システムおよび粒子除去フィルタの好適な実施の形態について添付図面を参照しながら説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、当業者であれば、さまざまな変形例および修正例に想到することは明らかであり、それらについても、本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0055】例えば、上記実施の形態においては、ガス状不純物を発生しない素材として、金属、セラミックスおよびガラス繊維などの無機素材や、フッ素樹脂パッキンなどを使用する例を示したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明にいわゆるガス状不純物を発生しない素材には、加熱処理により揮発性成分を除去し、表面汚染に関与するガス状不純物（フタル酸エステル類（DOP、DBPなどの樹脂可塑剤）、シロキサン類（シール材など）、リン酸エステル類（TBPなどの樹脂可塑剤）、BHT（樹脂参加防止剤））の発生をなくした素材が含まれる。

【0056】例えば、通常のフィルタの構成素材の中には、ガasket、接着剤、フィルタ濾材などに各種有機系の樹脂が使用されているが、これらの素材は、例えば、90℃でベーキングすることで表面汚染に関与するガス状有機物の発生をなくすることが可能である。

【0057】以下、評価素材として、フィルタのシール材などに使用されるウレタン樹脂を用いて、加熱処理によりガス状不純物の発生をなくした場合の効果について説明すると、脱脂処理を施したステンレス製容器の中に、清浄なシリコンウェハと評価素材と一緒に密封し、3日間放置した。評価素材として、未処理のウレタン樹

脂と加熱処理を施したウレタン樹脂とを用い、放置後のシリコンウェハ表面の純粋滴下接触角の値を比較した。

【0058】その結果、紫外線／オゾン洗浄で表面付着有機物を完全に除去した清浄なシリコンウェハの接触角は約3度であった。そして、未処理のウレタン樹脂と一緒に密封したシリコンウェハ表面はウレタン樹脂からの脱ガスに汚染され、接触角は20度以上まで上昇した。一方、加熱処理を施したシリコンウェハの接触角は清浄なシリコンウェハの接触角とほとんど変わらなかった。以上より、有機系樹脂を含む素材であっても、加熱処理により揮発性成分を除去すれば、表面汚染に関与するガス状有機物の発生を低減できることが判明した。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、未処理空气中に含まれるガス状不純物は除去するが、それ自体が処理済空气中に粒子状不純物を発生するガス状不純物除去手段の下流側に、ガス状不純物を発生しない素材（例えば、金属やガラス繊維）のみから構成される粒子状不純物を除去するフィルタ手段を設けているので、ガス状不純物除去手段により発生した粒子状不純物も除去することが可能となり、装置自体が汚染源とならない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかるガス状不純物除去システムの実施の一態様を示す概略的な構成図である。

【図2】本発明にかかるガス状不純物除去システムの実施の別の態様を示す概略的な構成図である。

【図3】本発明にかかるガス状不純物除去システムの実施のさらに別の態様を示す概略的な構成図である。

【図4】本発明にかかるガス状不純物除去システムにバックアップ用フィルタを設けた実施の態様を示す概略的な構成図である。

【図5】本発明にかかるガス状不純物除去システムにバックアップ用フィルタを設けた実施の別の態様を示す概略的な構成図である。

【図6】本発明にかかる粒子除去フィルタの実施の一態様を示す概略的な分解組立図である。

【図7】図6に示す粒子除去フィルタの断面図である。

【図8】本発明にかかる粒子除去フィルタの実施の別の態様を示す概略的な分解組立図である。

【図9】本発明にかかる粒子除去フィルタの実施のさらに別の態様を示す概略的な分解組立図である。

【図10】図10(a)は、図8に示す粒子除去フィルタの組立後の概略的な斜視図であり、図10(b)は、図8に示す粒子除去フィルタに使用される金属枠の概略を示す斜視図である。

【図11】図8に示す粒子除去フィルタを風道に取り付ける様子を示す概略的な説明図である。

【図12】本発明にかかる粒子除去フィルタの実施のさらに別の態様を示している説明図である。

21

【図13】本発明にかかる粒子除去フィルタの実施のさらに別の態様を示している説明図である。

【図14】本発明にかかる粒子除去フィルタの実施のさらに別の態様を示している説明図である。

【図15】図14に示す粒子除去フィルタの空気流れの様子を示す説明図であり、(a)は空気流れが下向きの場合、(b)は空気流れが上向きの場合をそれぞれ示している。

【図16】図14に示す粒子除去フィルタの組立後の様子を示す概略的な斜視図である。

【図17】本発明にかかるフィルタ再生機構付きの粒子除去フィルタの実施の一態様を示す構成図である。

【図18】本発明にかかるフィルタ再生機構付きの粒子除去フィルタの実施の別の態様を示す構成図である。

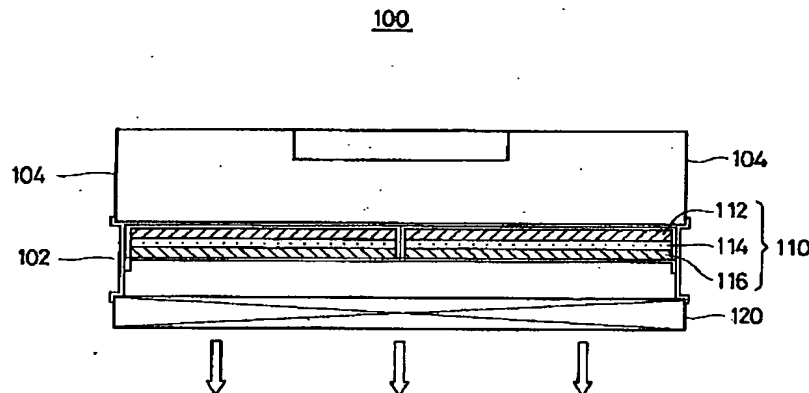
【図19】本発明にかかるフィルタ再生機構付きの粒子除去フィルタの実施のさらに別の態様を示す構成図である。

【図20】接触角判定法における接触角とガラス基板の有機物汚染状態との関係を示すグラフである。

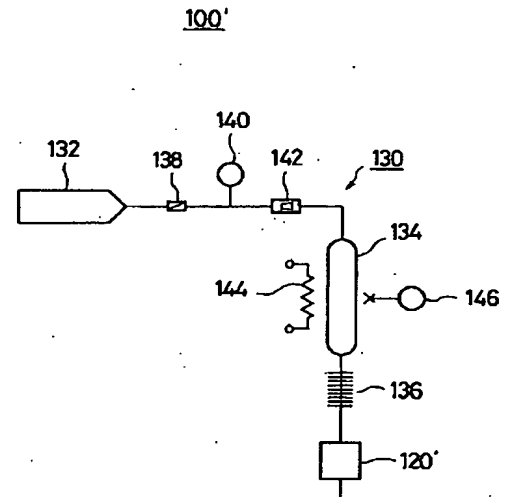
*

20

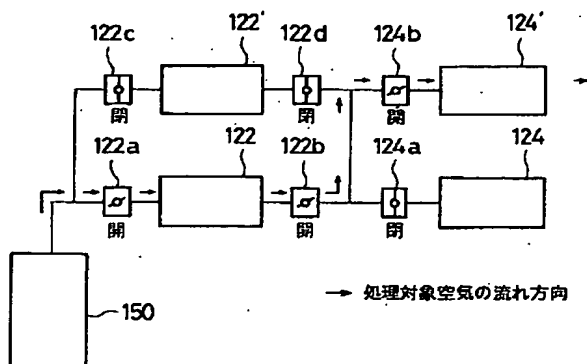
【図1】



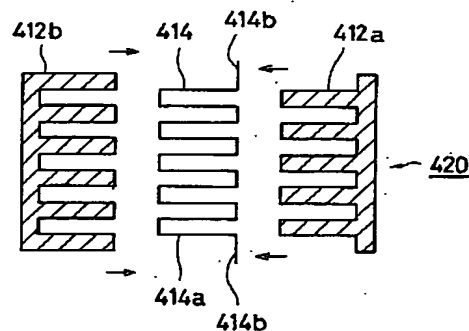
【図2】



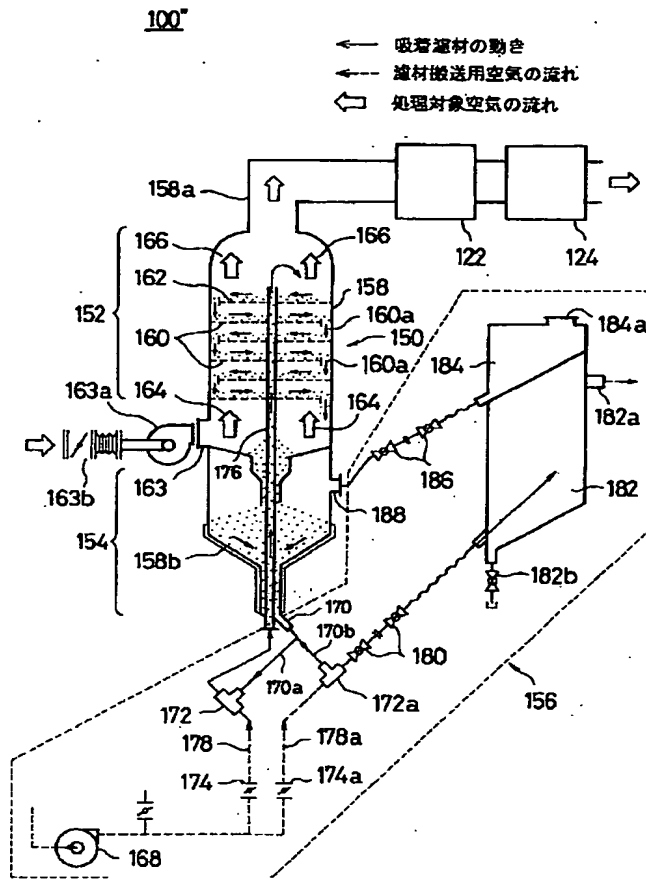
【図5】



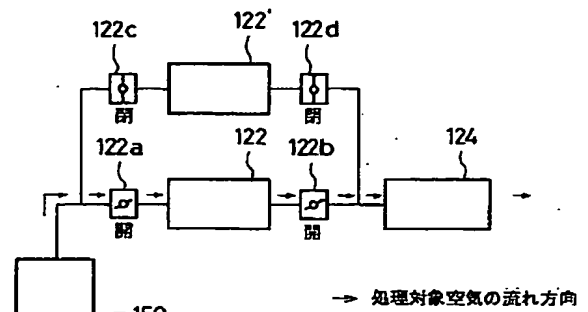
【図8】



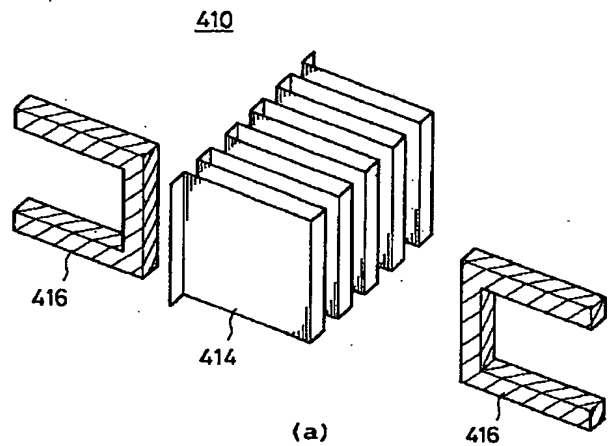
【図3】



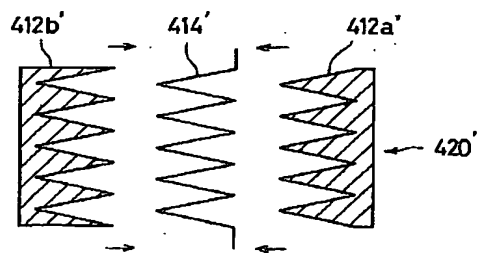
【図4】



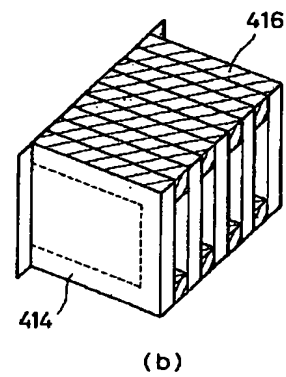
【図6】



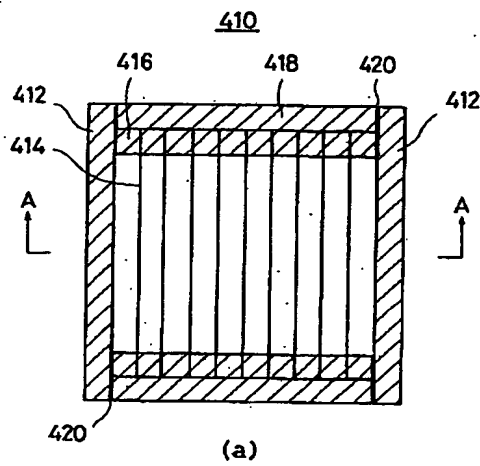
【図9】



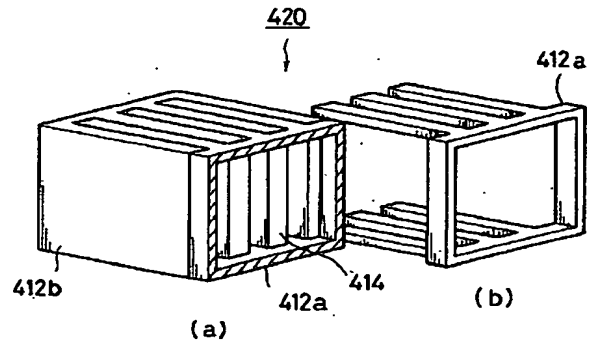
410



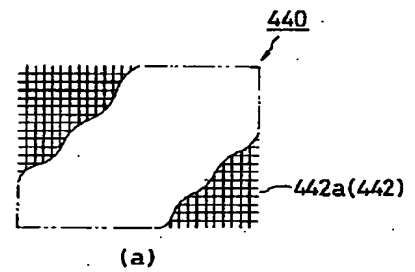
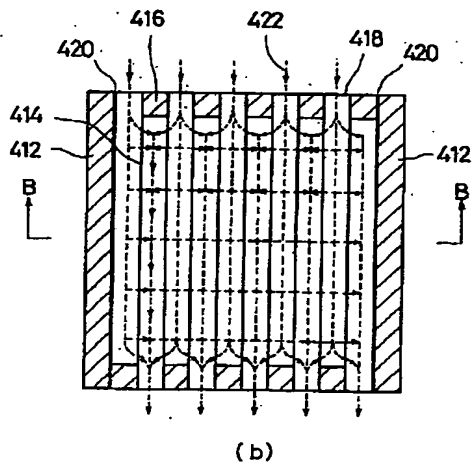
【図7】



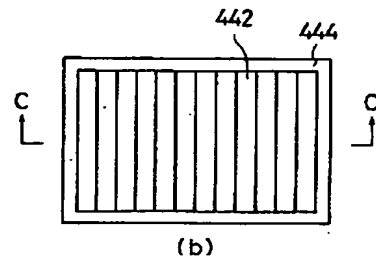
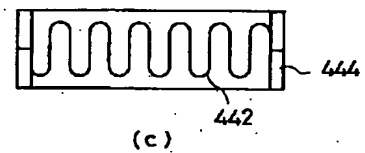
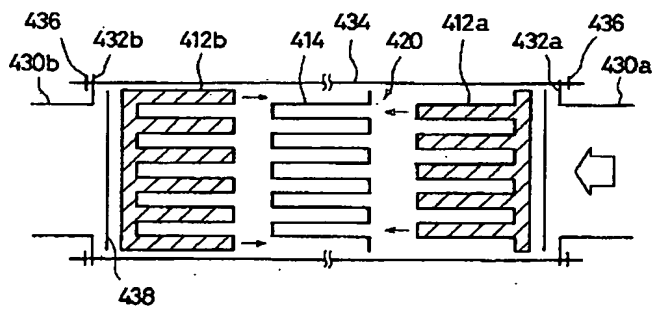
【図10】



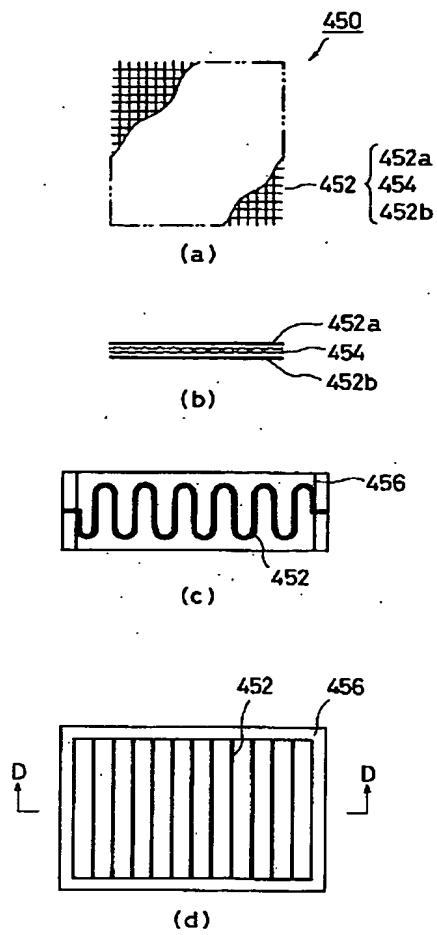
【図12】



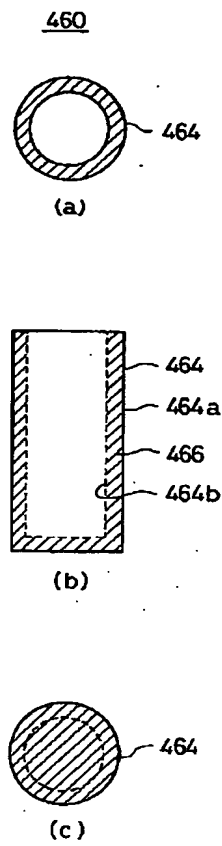
【図11】



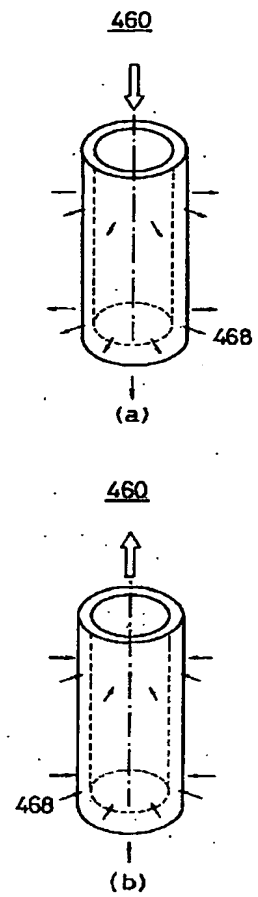
【図13】



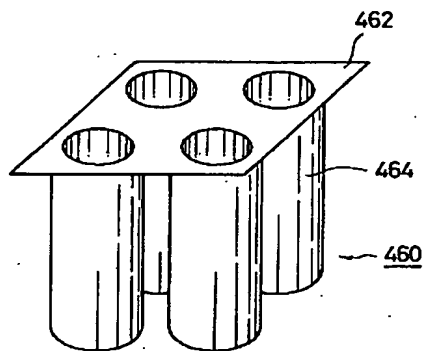
【図14】



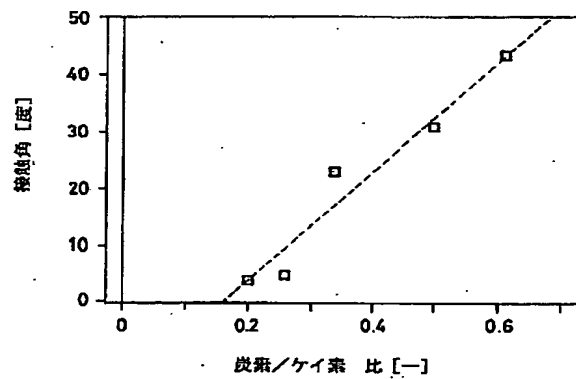
【図15】



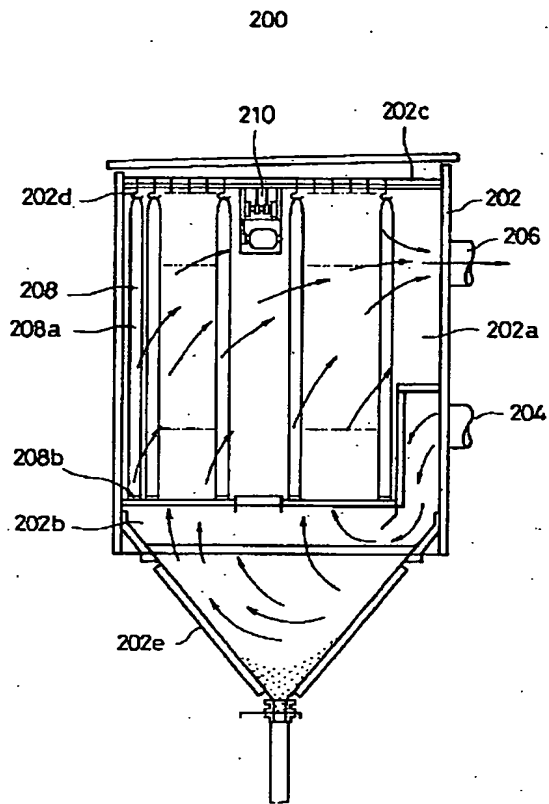
【図16】



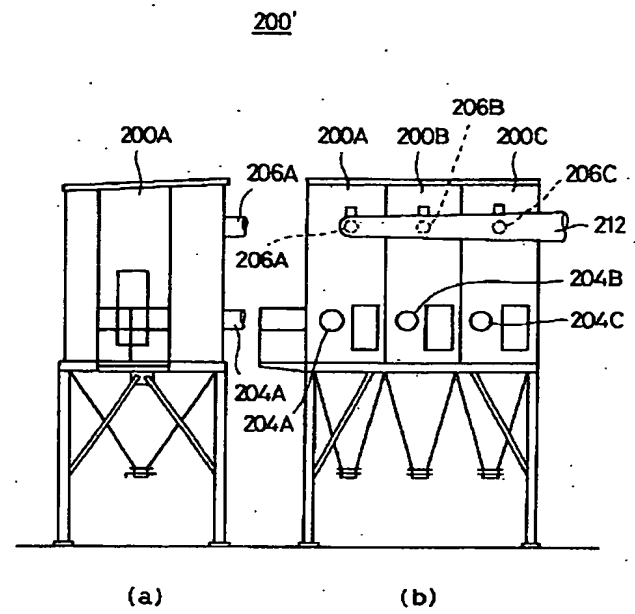
【図20】



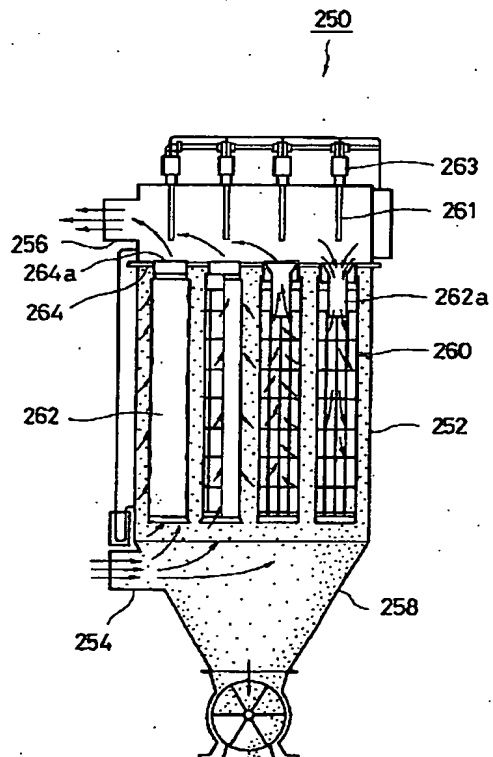
【図 17】



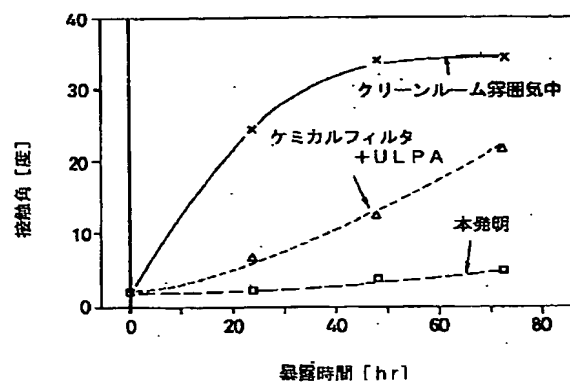
【図 18】



【図 19】



【図21】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

B 0 1 D 46/42
46/52

識別記号

庁内整理番号

9441-4D
9441-4D
9441-4D

F I

B 0 1 D 46/42
46/52

技術表示箇所

C
Z
C